

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-343576

(43)Date of publication of application : 30.11.1992

(51)Int.Cl.

H04N 1/41

G06F 15/66

H03M 7/38

H04N 7/13

(21)Application number : 03-116008

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 21.05.1991

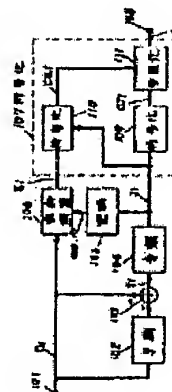
(72)Inventor : KATO SHIRO

## (54) HIGHLY EFFICIENT CODING AND DECODING METHOD

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To drastically improve transmission error resistance without reducing coding efficiency by transmitting the upper bit information of a predictive error and the lower bit information of input data.

**CONSTITUTION:** The category number  $J_i$  of the upper bit information of a predictive error and the residual data  $E_i$  of the lower bit information of input data are coded and transmitted. Namely a coding circuit 110 finds out the number  $M_i$  of bits in residual data  $E_i$  included in a prescribed table based upon the category number  $J_i$  and outputs the lower  $M_i$  bits of the data  $E_i$  by a bit serial format. The output is coded data  $CE_i$ . Since the data  $E_i$  can be expressed by the  $M_i$  bits, only the lower  $M_i$  bits of the data  $E_i$  are outputted. A multiplexing circuit 111 outputs coded data  $C_i$  obtained by connecting the data  $CE_i$  to the back of coded data  $CJ_i$  from a terminal 108 by the bit serial form.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-343576

(43) 公開日 平成4年(1992)11月30日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 1/41		B 8839-5C		
G 0 6 F 15/66	3 3 0	D 8420-5L		
H 0 3 M 7/38		8836-5J		
H 0 4 N 7/13	Z	8838-5C		

審査請求 未請求 請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平3-116008

(22) 出願日 平成3年(1991)5月21日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 加藤 士郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小銀治 明 (外2名)

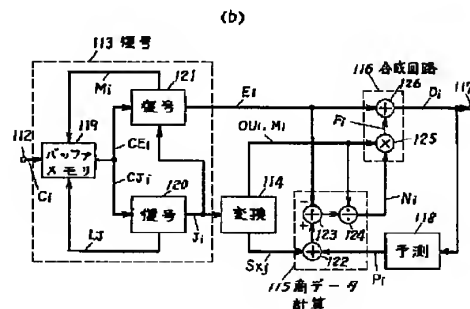
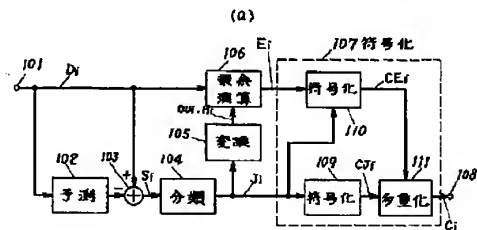
(54) 【発明の名称】 高能率符号化方法と高能率符号の復号方法

(57) 【要約】

【目的】 伝送誤りによるデータの劣化を小さくする。

【構成】 予測誤差の範囲を示す情報と符号化するデータの低位ビットとをエントロピー符号化するものである。

【効果】 前記低位ビットに伝送誤りを生じても必ずしも誤りが伝搬しなく、誤り伝搬を生じる場合であっても、誤りのない隣接するデータより上位ビットを予測し、伝送された低位ビットとを合わせることで正しい復号値が得られる場合があるので、伝送誤りによるデータの劣化を小さくできる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 標本化量子化された信号を入力データとし、前記入力データの予測値を得、前記入力データと前記予測値との差である予測誤差を求めるステップと、前記予測誤差をその大きさに応じて分類し該当するカテゴリを表わすカテゴリ番号を出力するステップと、前記該当するカテゴリの範囲を規定する所定の上限値と所定の下限値との差より大なる所定値を除数として前記入力データを除算して剰余を得るステップと、前記カテゴリ番号と前記剰余とを符号化して出力するステップとを備えたことを特徴とする高能率符号化方法。

【請求項2】 除数を上限値と下限値の差に1を加えた値とし、かつ前記除数が2のべき乗となるように各カテゴリの上限値と下限値とを設定することを特徴とする請求項1記載の高能率符号化方法。

【請求項3】 カテゴリ番号と剰余とを符号化して出力するステップが、カテゴリ番号をエントロピー符号化するステップと、剰余を除数の大きさに応じて可変長な符号に変換するステップとを有することを特徴とする請求項1記載の高能率符号化方法。

【請求項4】 カテゴリ番号と剰余とを符号化して出力するステップが、剰余をグレイコードに変換するステップを備えたことを特徴とする請求項1記載の高能率符号化方法。

【請求項5】 符号化するデータDとその予測値との差である予測誤差を得、前記予測誤差をその大きさによりカテゴリに分類してカテゴリ番号を得、該当するカテゴリによって定まる除数で前記符号化するデータを除算して剰余を得、前記カテゴリ番号と前記剰余を符号化して符号化データを得る高能率符号化方法によって得られた前記符号化データを入力データとする高能率符号の復号方法であって、前記符号化データを復号して前記カテゴリ番号と前記剰余とを得るステップと、すでに復号の完了した出力データより予測値を得るステップと、前記カテゴリ番号の示すカテゴリの予測誤差の範囲の上限値または下限値の少なくとも一方と、前記カテゴリ番号より求める除数、および前記予測値とを用いて除数の整数倍のオフセットを生成するステップと、前記オフセットと前記剰余とを加算して新たな出力データを得るステップとを備え、外部から制御信号が入力された場合には、予測値を得るステップが前記制御信号により符号化時とは異なった予測方法を行なって予測値を得、オフセットを生成するステップが、前記制御信号により復号して得られる出力データが前記予測値と相関が高くなるようにオフセットを生成することを特徴とする高能率符号の復号方法。

【請求項6】 標本化量子化した信号であるデータを符号化入力とし、前記入力データを所定数まとめてブロックを形成するステップと、ブロックのデータに所定の変換を行なってDC成分とAC成分を求めてそれぞれを量子

化するステップと、前記量子化されたDC成分のデータDを符号化してDC符号化データを出力するステップと、前記量子化されたAC成分を符号化してAC符号化データを出力するステップとを備え、前記DC符号化データを出力するステップが、前記データDとその予測値との差である予測誤差を得、前記予測誤差をその大きさによりカテゴリに分類してカテゴリ番号を得、該当するカテゴリによって定まる除数で前記データDを除算して剰余を得、前記カテゴリ番号と前記剰余を符号化してDC符号化データを得ることを特徴とする高能率符号化方法。

【請求項7】 標本化量子化した信号であるデータを符号化入力とし、前記入力データを所定数まとめてブロックを構成するステップと、ブロックのデータに所定の変換を行なってDC成分とAC成分を求めてそれぞれを量子化するステップと、前記量子化されたDC成分のデータDを符号化してDC符号化データを出力するステップと、前記量子化されたAC成分を符号化してAC符号化データを出力するステップとを備え、前記DC符号化データを出力するステップが、前記データDとその予測値との差である予測誤差を得、前記予測誤差をその大きさによりカテゴリに分類してカテゴリ番号を得、該当するカテゴリによって定まる除数で前記データDを除算して剰余を得、前記カテゴリ番号と前記剰余を符号化してDC符号化データを得ることを特徴とする高能率符号化方法の符号化データを入力データとする高能率符号の復号方法であって、前記AC符号化データを復号して量子化されたAC成分を得るステップと、前記DC符号化データを復号して量子化されたDC成分を得るステップと、前記量子化されたAC成分を逆量子化してAC成分を得るステップと、前記AC成分と前記DC成分に対し逆変換を行なってブロック内の復号データを得るステップと、前記ブロックを分解して前記符号化入力データと同じ並びの復号データを得て出力する逆ブロック化ステップとを備え、前記量子化されたDC成分を得るステップが、前記DC符号化データを復号して前記カテゴリ番号と前記剰余とを得るステップと、すでに復号済みの量子化データより予測値を得るステップと、前記カテゴリ番号の示すカテゴリの予測誤差の範囲の上限値または下限値の少なくとも一方と、前記カテゴリ番号より求める除数、および前記予測値とを用いて除数の整数倍のオフセットを生成するステップと、前記オフセットと前記剰余とを加算して新たな量子化データDを得るステップとを備え、外部から制御信号が入力された場合、前記予測値を得るステップが前記制御信号により符号化時とは異なった予測方法を行い、前記オフセットを生成するステップが、前記制御信号により復号中のブロックの復号データが復号中のブロックに隣接し、誤りの生じていないブロックの復号データとの相関が最も高くなるようにオフセットを生成することを特徴とする高能率符号の復号方

法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、映像、音声等のアナログ信号を標本化量子化して得られるデータなどの情報量を低減する高能率符号化方法および高能率符号の復号方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】高能率符号化には各種方式があり、またこれらを組合せた方式もある。現在、画像、音声の高能率符号化方式の規格化が行なわれつつあり、静止画像の符号化方式の規格化は国際標準化機構（ISO）の下部組織JPEGにおいて進められている。

【0003】従来の高能率符号化方法としてJPEGの高能率符号化方式であるDCT方式を例にあげて説明する（文献：テレビジョン学会誌Vol.44, No.2(1990) pp158~159）。

【0004】入力信号は標本化量子化された画像信号すなわちデジタル画像データである。ラスターキャンの画素並びである画像データを画面の水平、垂直方向にそれぞれ8画素の矩形領域（これをブロックと称する）に分割してブロック単位のデータ並びに変換する。これをブロック化と称する。ブロック毎に8次の2次元離散コサイン変換（以下DCTと称する）を行ない、得られたDCT係数を各係数毎に定められた所定の量子化ステップQで量子化する（すなわちQで除算し丸める）。量子化されたDCT係数のAC係数は2次元ハフマン符号化し、量子化されたDCT係数のDC係数は予測符号化する。

【0005】前記DC係数の前記予測符号化方法について説明する。入力データは前記量子化されたDCT係数のDC係数であり、これをデータD<sub>i</sub>（i=0,1,2,3,...,1はデータの番号であり、ブロックの番号に等しい）で表すものとする。予測符号化は符号化済みの入力データを用いて予測値P<sub>i</sub>を求め、入力データD<sub>i</sub>と前記予測値P<sub>i</sub>との差である予測誤差S<sub>i</sub>を求め、前記予測誤差S<sub>i</sub>を符号化するものである。予測方法は前値予測で1つ前の入力データを予測値としている。

【0006】前記予測誤差S<sub>i</sub>の符号化方法について説明する。前記予測誤差S<sub>i</sub>をその大きさにより所定のカテゴリに分類して該当するカテゴリの番号を得、これをハフマン符号化する。前記カテゴリ番号は前記予測誤差の上位ビット情報に相当するものである。前記予測誤差は前記カテゴリ番号によって定まるビット数Lだけその下位ビットを切り出し、前記ハフマン符号化されたカテゴリ番号に続けて出力する。すなわち予測誤差をその上位ビット情報と下位ビット情報とに分けてそれぞれ符号化している。なお予測誤差の下位Lビットをそのまま切り出すと正の値と負の値とで重複する符号が生じるので、前記予測誤差が負の場合予め1を減じた後、下位L

ビットを切り出している。

【0007】ハフマン符号化は生起確率の高いデータに語長の短い符号を割当て、生起確率の低いデータには語長の長い符号を割当てることにより符号量を平均的に少なくする可逆な符号化方法である。隣合った入力データの相関は高く、予測誤差は0付近の値になる確率が高いので、予測誤差の絶対値の小さい範囲を表わすカテゴリ番号に短い符号を割り当てることにより、高能率な符号化が実現できる。

10 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら予測符号化は前記予測誤差を積算することにより復号値を得るため、符号化出力に誤りを生じると誤りの影響が蓄積され、誤り伝搬を生じるという課題を有するものであった。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の高能率符号化方法は、標本化量子化された信号を入力データとし、前記入力データの予測値を得、前記入力データと前記予測値との差である予測誤差を求めるステップと、前記予測誤差をその大きさに応じて分類し該当するカテゴリを表わすカテゴリ番号を出力するステップと、前記該当するカテゴリの範囲を規定する所定の上限値と所定の下限値との差より大なる所定値を除数として前記入力データを除算して剰余を得るステップと、前記カテゴリ番号と前記剰余とを符号化して出力するステップとを備えていることを特徴とするものである。

【0010】また本発明の第2の高能率符号化方法は、標本化量子化した信号であるデータを符号化入力とし、前記入力データを所定数まとめてブロックを形成するステップと、ブロックのデータに所定の変換を行なってDC係数とAC係数を求めてそれぞれを量子化するステップと、前記量子化されたDC係数のデータDを符号化してDC符号化データを出力するステップと、前記量子化されたAC係数を符号化してAC符号化データを出力するステップとを備え、前記DC符号化データを出力するステップが、前記データDとその予測値との差である予測誤差を得、前記予測誤差をその大きさによりカテゴリに分類してカテゴリ番号を得、該当するカテゴリによって定まる除数で前記データDを除算して剰余を得、前記カテゴリ番号と前記剰余を符号化してDC符号化データを得ることを特徴とするものである。

【0011】また本発明の第1の高能率符号の復号方法は、符号化するデータDとその予測値との差である予測誤差を得、前記予測誤差をその大きさによりカテゴリに分類してカテゴリ番号を得、該当するカテゴリによって定まる除数で前記符号化するデータを除算して剰余を得、前記カテゴリ番号と前記剰余を符号化して符号化データを得る高能率符号化方法によって得られた前記符号化データを入力データとする高能率符号の復号方法であ

って、前記符号化データを復号して前記カテゴリ番号と前記剰余とを得るステップと、すでに復号の完了した出力データより予測値を得るステップと、前記カテゴリ番号の示すカテゴリの予測誤差の範囲の上限値または下限値の少なくとも一方と、前記カテゴリ番号より求める除数、および前記予測値とを用いて除数の整数倍のオフセットを生成するステップと、前記オフセットと前記剰余とを加算して新たな出力データを得るステップとを備え、外部から制御信号が入力された場合には、予測値を得るステップが前記制御信号により符号化時とは異なった予測方法を行なって予測値を得、オフセットを生成するステップが、前記制御信号により復号して得られる出力データが前記予測値と相関が高くなるようにオフセットを生成することを特徴とするものである。

【0012】また本発明の第2の高効率符号の復号方法は、標本化量子化した信号であるデータを符号化入力とし、前記入力データを所定数まとめてブロックを構成するステップと、ブロックのデータに所定の変換を行なってDC成分とAC成分を求めてそれぞれを量子化するステップと、前記量子化されたDC成分のデータDを符号化してDC符号化データを出力するステップと、前記量子化されたAC成分を符号化してAC符号化データを出力するステップとを備え、前記DC符号化データを出力するステップが、前記データDとその予測値との差である予測誤差を得、前記予測誤差をその大きさによりカテゴリに分類してカテゴリ番号を得、該当するカテゴリによって定まる除数で前記データDを除算して剰余を得、前記カテゴリ番号と前記剰余を符号化してDC符号化データを得ることを特徴とする高効率符号化方法の符号化データを入力データとする高効率符号の復号方法であって、前記AC符号化データを復号して量子化されたAC成分を得るステップと、前記DC符号化データを復号して量子化されたDC成分を得るステップと、前記量子化されたAC成分を逆量子化してAC成分を得るステップと、前記AC成分と前記DC成分に対し逆変換を行なってブロック内の復号データを得るステップと、前記ブロックを分解して前記符号化入力データと同じ並びの復号データを得て出力する逆ブロック化ステップとを備え、前記量子化されたDC成分を得るステップが、前記DC符号化データを復号して前記カテゴリ番号と前記剰余とを得るステップと、すでに復号済みの量子化データより予測値を得るステップと、前記カテゴリ番号の示すカテゴリの予測誤差の範囲の上限値または下限値の少なくとも一方と、前記カテゴリ番号より求める除数、および前記予測値とを用いて除数の整数倍のオフセットを生成するステップと、前記オフセットと前記剰余とを加算して新たな量子化データDを得るステップとを備え、外部から制御信号が入力された場合、前記予測値を得るステップが前記制御信号により符号化時とは異なった予測方法を行い、前記オフセットを生成するステップが、前記制

御信号により復号中のブロックの復号データが復号中のブロックに隣接し、誤りの生じていないブロックの復号データとの相関が最も高くなるようにオフセットを生成することを特徴とするものである。

#### 【0013】

【作用】本発明の第1の高効率符号化方法は前記した構成により、入力データの低位ビット情報を伝送しているため、必ずしも誤り伝搬が生じなく、伝送誤り耐性を従来の予測符号化方法より向上できるものである。

10 【0014】本発明の第2の高効率符号化方法は前記した構成により、伝送誤り発生時、AC成分の相関をも用いてDC成分の復号を行なうことにより誤差の大きな伝送誤りを生じても正確に復号できる場合があり、誤り耐性を大幅に向上できるものである。

【0015】また本発明の第1の高効率符号の復号方法は前記した構成により、誤差の大きな伝送誤りが生じても伝送誤りのない復号データを用いて予測値を得、誤差の小さい予測値が得られる場合には正確な復号を可能とするものである。

20 【0016】また本発明の第2の高効率符号の復号方法は前記した構成により、誤差の大きな伝送誤りがブロックのDC成分に生じていても隣接ブロックのAC成分を含んだ復号データ間の相関を用いてDC成分の精度の良い予測値を得ることを可能とし、誤差の小さい復号を可能とするものである。

#### 【0017】

【実施例】まず本発明の符号化方法について以下に説明する。

30 【0018】1. 入力データD<sub>i</sub>の予測値P<sub>i</sub>を得、これを入力データD<sub>i</sub>より引いて予測誤差S<sub>i</sub>を求める。なおD<sub>i</sub>はi番目の入力データを表わし、以下において添え字のiが添付された記号がD<sub>i</sub>に対応したデータであることを表している。

【0019】2. 所定の分類表を用いて前記予測誤差S<sub>i</sub>をその大きさにより分類する。前記予測誤差S<sub>i</sub>が属する範囲を表わすカテゴリ番号J<sub>i</sub>を求める。従ってカテゴリ番号J<sub>i</sub>で示される予測誤差範囲の上限値、下限値をそれぞれSX<sub>i</sub>、SN<sub>i</sub>とすれば次式

#### 【0020】

40 【数1】

$$SN_i \leq S_i \leq SX_i$$

【0021】が成立している。さらに前記カテゴリ番号J<sub>i</sub>と一対一に対応し、次式

#### 【0022】

【数2】

$$OU_i > SX_i - SN_i$$

【0023】を満足する所定の除数データOU<sub>i</sub>を求める。

50 3. 入力データD<sub>i</sub>を前記除数データOU<sub>i</sub>で除算して剰余E<sub>i</sub>を求める。すなわち次式

【0024】

\*号化する。

【数3】

$$D_i = N_i \cdot OUi + E_i$$

【0026】ここで前記予測誤差の分類表の一具体例を(表1)に示す。

【0025】が成立する。但し $N_i$ は商である。

【0027】

4. 前記カテゴリ番号 $J_i$ と前記剰余データ $E_i$ とを符\*

【表1】

予測誤差の分類表

カテゴリ番号	予測誤差の範囲 (SN~SX)		除数データ	剰余データ語長
$J_i$	SNi	SXi	OUi	Mi
-8	-255	-128	128	7
-7	-127	-64	64	6
-6	-63	-32	32	5
-5	-31	-16	16	4
-4	-15	-8	8	3
-3	-7	-4	4	2
-2	-3	-2	2	1
-1	-1	-1	1	0
0	0	0	1	0
1	1	1	1	0
2	2	3	2	1
3	4	7	4	2
4	8	15	8	3
5	16	31	16	4
6	32	63	32	5
7	64	127	64	6
8	128	255	128	7

【0028】(表1)にはカテゴリ番号 $J_i$ とこれに対応した予測誤差の範囲(SNi~SXi)だけでなく、除数データOUiおよび剰余データ $E_i$ の語長Miを対応させて示している。

【0029】以上の説明により明かにしたように本発明の符号化方法は、予測誤差の上位ビット情報である前記カテゴリ番号と、入力データの低位ビット情報である剰余データとを符号化し伝送するものである。

【0030】次にこの復号方法について説明する。本発明の符号化方法ではカテゴリ番号 $J_i$ と剰余データ $E_i$ を符号化して伝送している。データDiを得るためには式(数3)で示されるように除数データOUi、剰余データ $E_i$ 、商データ $N_i$ が必要である。カテゴリ番号 $J_i$ と除数データOUiとは一対一に対応している、カテゴリ番号-除数データ変換表を用意しておき、これ※

$$(P_i + SN_i - E_i) / OUi \leq N_i \leq (P_i + SX_i - E_i) / OUi$$

【0035】が得られる。予測値 $P_i$ は復号済みのデータ $D_i$ より求め、SXi、SNiはカテゴリ番号 $J_i$ と一対一に対応している、変換表を予め作成しておき、これを用いることによりカテゴリ番号 $J_i$ より求める。さらに商データ $N_i$ は整数であり、式(数5)の左

30※を用いることにより伝送されたカテゴリ番号 $J_i$ より除数データ $E_i$ が得られる。剰余データ $E_i$ は伝送されているので、商データ $N_i$ が求まればデータDiが得られる。

【0031】そこで必要となる商データ $N_i$ を求める方法について説明する。式(数1)に式(数3)を代入して予測誤差Siを消去すれば次式

【0032】

【数4】

$$P_i + SN_i \leq D_i \leq P_i + SX_i$$

【0033】が得られる。さらに式(数4)に式(数3)を代入してDiを消去すれば、次式

【0034】

【数5】

端の項と右端の項との差(SXi-SNi)/OUiは式(数2)より1未満となるから、式(数5)を満足する商データ $N_i$ は一意に決定できる。従って式(数5)の左側の式を取り出した次式

【0036】

【数6】

$$(P_i + S N_i - E_i) / O U_i \leq N_i$$

【0037】を満足する最小の整数 $N_i$ を求めるか、式(数5)の右側の式を取り出した次式

【0038】

【数7】

$$N_i \leq (P_i + S X_i - E_i) / O U_i$$

【0039】を満足する最大の整数 $N_i$ を求めればよい。すなわち式(数5)、式(数6)、式(数7)のどの式を用いても商データ $N_i$ を求めることができる。式(数7)を用いる方法は、右辺の除算結果の小数部を切り捨てるだけでよいので処理が最も簡単となる。

【0040】以上より得られた商データ $N_i$ を式(数3)に代入してデータ $D_i$ が求まる、すなわち復号できる。復号方法をまとめると次のようになる。

1. 前記符号化データを復号して前記カテゴリ番号 $J_i$ と前記剰余データ $E_i$ を求める。

2. 既に復号して得たデータ $D_k$  (但し $k$ は $i$ より小なる整数)より予測値 $P_i$ を得る。

3. 前記カテゴリ番号 $J_i$ より除数データ $O U_i$ 、予測誤差範囲の上限值 $S X_i$ または予測誤差範囲の下限值 $S N_i$ を求める。

4. 式(数7)または式(数6)または式(数5)を用いて商データ $N_i$ を求める。

5. 式(数3)を用いてデータ $D_i$ を求める。

【0041】剰余データ $E_i$ は除数データ $O U_i$ 未満であるので、その符号長 $M_i$ は $(\log_2 O U_i)$ ビットとなる。これを最小とするには、すなわち符号化効率を良くするには、式(数2)を満足する最小の値を除数データ $O U_i$ とすればよい。また除数データ $O U_i$ を2のべき乗とすることにより剰余演算、除算が極めて簡単な回路で実現でき、また前記符号長 $M_i$ が整数値となるので剰余データ $E_i$ を効率よく2進で符号化できる。すなわち次式

【0042】

【数8】

$$O U_i = 2^{M_i} = S X_i - S N_i + 1$$

【0043】を満たすように除数データ、予測誤差の上限值、下限値を設定すればよい。予測誤差の分類表(表1)は、入力データ $D_i$ の語長が8ビットである場合において、式(数8)を満たすように作成している。

【0044】(図1)は本発明の第1の高効率符号化方法およびその復号方法を用いた第1の実施例における符号化装置(図1(a))、復号装置(図1(b))のブロック構成図である。入力データは画像をラスタースキャンして得られるアナログの映像信号を標準化量子化したものである。

【0045】(図1(a))において101は符号化するデータ $D_i$ の入力端子、102は予測値 $P_i$ を得る予測回路、103は前記入力データ $D_i$ より前記予測値 $P_i$

$i$ を減じて予測誤差 $S_i$ を得る減算回路、104は前記予測誤差 $S_i$ を入力としカテゴリ番号 $J_i$ を出力する分類回路、105は前記カテゴリ番号 $J_i$ より除数データ $O U_i$ を得る変換回路、106は前記データ $D_i$ を前記除数データ $O U_i$ で除算して剰余データ $E_i$ を得る剰余演算回路、107は前記カテゴリ番号 $J_i$ 、剰余データ $E_i$ を符号化して符号化データ $C_i$ を得る第1の符号化回路、108は前記符号化データ $C_i$ の出力端子、109は前記カテゴリ番号 $J_i$ を符号化して符号化データ $C_{J_i}$ を得る第2の符号化回路、110は前記剰余データ $E_i$ を符号化して符号化データ $C_{E_i}$ を得る第3の符号化回路、111は前記符号化データ $C_{J_i}$ と前記符号化データ $C_{E_i}$ とを連結して符号化データ $C_i$ を得る多重化回路である。

【0046】(図1(b))において、112は符号化データ $C_i$ の入力端子、113は前記符号化データ $C_i$ を復号化してカテゴリ番号 $J_i$ 、剰余データ $E_i$ を得る第1の復号回路、114は番号 $J_i$ のカテゴリの予測誤差範囲の上限值 $S X_i$ 、除数データ $O U_i$ を得る変換回路、115は商データ $N_i$ を出力する商データ計算回路、116は前記除数データ $O U_i$ 、前記商データ $N_i$ と前記剰余データ $E_i$ よりデータ $D_i$ を再生する合成回路、117は前記データ $D_i$ の出力端子、118はすでに復号済みの前記データ $D_k$  ( $k$ は $i$ より小なる整数)を用いてデータ $D_i$ の予測値 $P_i$ を出力する予測回路、119は端子112からの符号化データ $C_i$ を一時的に蓄えるバッファメモリ、120は符号化データ $C_i$ の先頭部分に多重化されている符号化データ $C_{J_i}$ をバッファメモリ119より得て復号しカテゴリ番号 $J_i$ を得る第2の復号回路、121は符号化データ $C_i$ の残り部分に多重化されている符号化データ $C_{E_i}$ をバッファメモリ119より得て復号し剰余データ $E_i$ を得る第3の復号回路、122は加算回路、123は加算回路122からの出力より前記剰余データ $E_i$ を減算する減算回路、124は減算回路123からの出力を前記除数データ $O U_i$ で除算し、得られた結果の整数部のみを商データ $N_i$ として出力する除算回路、125は前記除数データ $O U_i$ と前記商データ $N_i$ とを乗算してオフセット $F_i$ を得る乗算回路、126は前記剰余データ $E_i$ と前記オフセット $F_i$ を加算して新たな復号済みのデータ $D_i$ を得る加算回路である。

【0047】以上のように構成された本実施例の符号化装置、復号装置について、以下その動作について説明する。

【0048】符号化装置において、端子101からの入力データ $D_i$ は予測回路102、減算回路103、剰余演算回路106に入力される。予測回路102は前値予測を行っており、1つ前のデータ $D_{i-1}$ を保持する1つのレジスタのみで構成され、予測値 $P_i = D_{i-1}$ を出力する。

【0049】減算回路103は前記データD1より前記予測値P1を減算して予測誤差S1を出力する。分類回路104は前記予測誤差S1を入力とし(表1)に従ってその大きさにより分類し、該当する分類項を示すカテゴリ番号J1を出力する。変換回路105はROM(リードオンリメモリ)で構成でき、(表1)に従って前記カテゴリ番号J1より除数データOU1またはデータM1を出力する。剰余演算回路106は前記データD1を前記除数データOU1で除算しその剰余E1を出力する。(表1)では除数データOU1を2のM1乗としているので、剰余演算回路106は前記データD1の下位M1ビットのみを取り出す簡単なゲート回路で実現できる。この場合変換回路105は除数データOU1の代わりに前記データM1を出力すればよい。

【0050】符号化回路109は前記カテゴリ番号J1をハフマン符号化(エントロピー符号化の一種)してビットシリアル形式で出力する。この出力が符号化データCJ1である。カテゴリ番号がJ1となる予測誤差の生起確率とカテゴリ番号が-J1となる予測誤差の生起確率はほぼ同じとなるので、この実施例においてはこの二つのカテゴリに同じハフマンコードを割当て、どちらのカテゴリかを示す1ビットのフラグGをハフマンコードに付加したものを前記符号化データCJ1としている。カテゴリ番号が0のとき前記フラグGは不用である。前記フラグG=0のときカテゴリ番号は正であり、G=1のときカテゴリ番号は負であるものとする。

【0051】符号化回路110は前記カテゴリ番号J1により(表1)に示す剰余データE1のビット数M1を求め、前記剰余データE1の下位M1ビットをビットシリアル形式で出力する。この出力が符号化データCE1である。剰余データE1の下位M1ビットのみを出力するのは、剰余データE1がM1ビットで表現できるからである。多重化回路111は前記符号化データCJ1の後ろに前記符号化データCE1を接続して得られる符号化データCiをビットシリアル形式で端子118より出力する。以上の動作によりデータD1の符号化が実現される。

【0052】復号装置において、端子112からの符号化データCiは一時的にバッファメモリ119に蓄えられる。

【0053】まず復号回路120は、バッファメモリ119より符号長を判定しながら前記符号化データCJ1を読み込んで復号し、読み込んだ符号の符号語長L1とカテゴリ番号J1とを出力する。バッファメモリ119は前記符号語長L1を受け取って前記符号化データCJ1に続く前記符号化データCE1の先頭位置を求め、その内部に有する読み出しポイントにセットする。

【0054】続いて復号回路121は、復号回路120からの前記カテゴリ番号J1より(表1)に示す剰余データE1の語長M1を求め、バッファメモリ119より

M1ビットの前記符号化データCE1を読み込み、上位にデータ0を付加してビットパラレル形式のデータである剰余データE1を再生する。

【0055】バッファメモリ119は復号回路121からの前記語長M1を受け取って前記符号化データCE1に続く次の符号化データCJ1の先頭位置を求め、前記読み出しポイントを更新して次のデータ復号に備える。

【0056】変換回路114は例えばROMで構成でき、前記カテゴリ番号J1より(表1)に示す予測誤差範囲の上限値SX1と除数データOU1を出力する。

【0057】商データ計算回路115は前記剰余データE1、前記SX1および予測回路118からの予測値P1とを用いて式(数7)の右辺に示す計算を行ない、その整数部である商データN1を出力する。

【0058】合成回路116は前記商データN1、前記除数データOU1および前記剰余データE1を入力とし、式(数3)に示す計算を行なってデータD1を再生し、端子117より出力する。

【0059】予測回路118は、符号化装置内の予測回路102と同じ構成であり、前記データD1を入力として前記予測値P1を出力する。以上の動作によりデータD1の復号が実現される。

【0060】次に具体的にデータ例をあげて本発明の動作、効果を説明する。符号化装置においてこれより符号化する入力データD1が46、すでに符号化の完了した1つ前の入力データD<sub>i-1</sub>が35であるとする。前記予測回路102は予測値P<sub>i</sub>=D<sub>i-1</sub>=35を出力する。前記減算回路103において予測誤差S<sub>i</sub>=46-35=11が得られる。前記分類回路104において前記予測誤差S<sub>i</sub>=11より(表1)に従ったカテゴリ番号J<sub>i</sub>=4が得られる。

【0061】変換回路105において前記カテゴリ番号J<sub>i</sub>を(表1)に従って2のべき乗である除数データOU<sub>i</sub>またはその指数部データM<sub>i</sub>=3を出力する。剰余演算回路106はデータD<sub>i</sub>を除数データOU<sub>i</sub>=2<sup>M<sub>i</sub></sup>=8で割った剰余データE<sub>i</sub>=6を出力する。除数データOU<sub>i</sub>は2のべき乗であるので通常の除算を行なう必要はなく、データD<sub>i</sub>の下位M<sub>i</sub>=3ビットのみを取り出すのみで剰余データE<sub>i</sub>が得られる。

【0062】符号化回路109において前記カテゴリ番号J<sub>i</sub>はハフマン符号化される。J<sub>i</sub>=4またはJ<sub>i</sub>=-4を表すハフマンコードが2進数3ビット長の"101"(以下において2進符号は"で囲んで示す。)とすれば、カテゴリ番号J<sub>i</sub>=4の符号化コードCJ<sub>i</sub>は"1010"となり、ビットシリアル形式で出力される。最後に付加された1ビットのデータ"0"はカテゴリ番号の正負を表すフラグGで、カテゴリ番号が正であることを示している。

【0063】符号化回路110において前記剰余データE<sub>i</sub>=6はその下位M<sub>i</sub>=3ビットがビットシリアル形



式で出力されて符号化データCEI"110"となる。多重化回路111において前記符号化データCJi"1010"の後に前記符号化データCEI"110"が付加されて符号化データCi="1010110"となり、その左端(最上位ビット)からビットシリアル形式で端子118より出力される。

【0064】復号装置において端子112からの符号化データは一旦バッファメモリ119にビットシリアル形式で蓄えられる。現在データDi-1=35まで復号が完了しており、これより符号化データCiよりデータDi

を復号するものとする。  
【0065】復号回路120はバッファメモリ119内のポイントが示すメモリアドレスよりビットシリアル形式で符号化データCiを読み込む。復号回路120は符号化データCiの先頭ビットより"101"まで読み込んだ時点で符号化データCJiの符号長Ljが4ビットであることが検知でき、さらにJiが0でない場合付加されている1ビットのフラグGを読み込む。すなわち4ビットの符号化データCJi="1010"すべてが読み込まれる。フラグG=0はカテゴリ番号Jiが正であることを示すので、復号回路120はカテゴリ番号Ji=4を出力する。

【0066】続いて復号回路121は、前記復号されたカテゴリ番号Ji=4を受けて(表1)にしたがってMi=3ビット分前記バッファメモリ119からデータを読み込むことにより符号化データCEi="110"を得、これをパラレル形式に変換し、上位ビットに0を付加することにより剰余データEi=6を得、出力する。なおバッファメモリ119のポイントは更新されて次の符号化データCi+1の先頭メモリ番地を示している。

【0067】変換回路114は(表1)に従ってカテゴリ番号Ji=4のカテゴリにおける予測誤差範囲の上限値SXi=15および2のべき乗である除数データOUIの指数部Miを出力する。

【0068】商データ計算回路115は、予測回路118からの予測値Pi=Di-1=35と前記上限値SXi=15とを加算した後、前記剰余データEi=6を減算し、さらに除数データOUI=2<sup>Mi</sup>=8で除算して商データNi=5を得、出力する。

【0069】合成回路116は前記商データNi=5に除数データOUI=2<sup>Mi</sup>=8を掛けてオフセットFiを得、これに剰余データEi=6を加算することにより復号の完了したデータDi=46を得、端子117より出力する。以上でデータDiの復号が完了する。

【0070】ところで除数データOUIは2のべき乗であるので、除算回路124は通常の除算を行なう必要はなく、データDiの下位Mi=3ビットを除去することにより商データNiが得られ、乗算回路125は通常の乗算を行なう必要はなく、商データNiの下位にMiビットの0を付加するだけで乗算結果であるオフセット

Fiが得られる。さらに加算器126において一方の入力である剰余データEiは下位Miビット以外は0であり、他方の入力であるオフセットFiはその下位Miビットが0であるので、通常の加算を行なう必要はなく、オフセットFiの下位Miビットを剰余データEiの下位Miビットで置き換えるだけでよい。従って除算器124、乗算器125、加算器126はまとめて極めて簡単な回路すなわち加算器123の出力の下位Miビットを剰余データEiの下位Miビットで置き換え、これを復号済みのデータDiとして出力する回路で実現できる。

【0071】つぎに1つ前のデータDi-1=36が伝送誤りによって比較的誤差の小さい値の31と復号されていた場合の復号を考える。予測値Pi=Di-1であるので、従来の予測符号化であれば必ず誤り伝搬を生じる。しかしながら実際に本発明の高効率符号化方法の復号を行なってみるとDi=46と正しい結果が得られる。すなわち誤り伝搬を生じていない。これは復号のため式(数7)または式(数5)または式(数6)を用いて商データNiを求めるが、これらの式で使用する予測値Piが符号化時の予測値とある範囲の誤差を有していても正しい商データNiが得られるからである。式(数7)によればDi=46の場合予測値Piが31以上38以下であれば正しい商データNi=5が得られることがわかる。

【0072】以上のように、本実施例によれば必ずしも誤り伝搬を生じないので伝送誤り耐性を大幅に改善できる。また除数データを2のべき乗とすることにより、本発明の符号化装置は従来の予測符号化装置と同程度の小さな回路規模で実現できる。

【0073】以上の実施例においては剰余データを単純な2進符号のままその下位Miビットを切り出して符号化していたが、グレイコードに変換した後に符号化すればより誤り耐性を向上できる。なぜならグレイコードは1ビット誤りによる誤差が1レベルと小さくできるからである。例外的に剰余データの上限値が下限値になる、またはその逆の場合があるが、この場合商データNiを+1、または-1する補正により修整可能である。

【0074】予測に用いる復号値が伝送誤りによってかなり大きな誤差を有する場合、符号化時と同じ予測方法では誤差の大きい予測値Piしか得られず、もはや正しい復号値は得られない。しかし伝送誤りの影響を受けていない別の復号値を用いる予測方法すなわち符号化時とは異なった予測方法により誤差の小さい予測値Pi'が得られれば、正しい復号が可能である。なぜなら本発明の符号化方法は予測誤差の上位ビット情報(カテゴリ番号Ji)と符号化するデータの下位ビット情報(剰余データEi)とを符号化して伝送しており、式(数3)においてただ1つの未知数である商データNiを求めれば、正しい復号データDiが得られるからである。特に

除数データOU1大きい場合、商データN1の存在範囲が狭くなるのでその決定が容易となる。

【0075】前記予測値P1'を用いた復号方法すなわち本発明の第1の高効率符号の復号方法を用いた第2の実施例の復号装置について述べるが、まずはじめにこの復号方法について説明する。なお符号化データは前記第1の実施例の符号化装置の出力の符号化データC1とする。

【0076】前記第1の実施例における入力データは画像信号で、符号化時には画像の水平方向に前値予測を行なって予測値P1を得ている。画像信号は2次元方向(動画の場合時間軸方向を含む3次元方向)に相関を持\*

$$|N1 \cdot OU1 + E1 - P1'| \leq |N1 + G| \cdot OU1 + E1 - P1'|$$

但し、Gは0以外の任意の整数

【0078】を満足するN1を求め、これを式(数3)に代入することにより高い確率で正しいデータD1が再生できる。

【0079】そこで復号済みのデータに伝送誤りによって誤差の大きなもの発生していることが検出し、かつデータD1の垂直相関が強いことを検出して制御信号を発生する回路を設けておき、前記制御信号の発生しない通常時は第1の実施例の復号装置と同じく、符号化時と同じ予測方法による予測値P1を用いて復号を行い、前記制御信号が発生したときは符号化時とは異なる予測方法による前記予測値P1'を用いた前記復号方法を行なうことにより伝送誤りにより強い復号装置が実現できる。

【0080】前記本発明の高効率符号の復号方法を用いた第2の実施例における復号装置について次に説明する。この復号装置は(図1)の復号装置における予測回路118、商データ計算回路115をそれぞれ(図2)に示す予測回路、(図3)に示す商データ計算回路に置き換えたものであるため、復号装置の全体構成図は省略する。

【0081】(図2)において201は1つ前の復号済みのデータを保持する1つのレジスタからなり1段のデータ遅延を生じる遅延回路、202は前記レジスタ201の出力を入力とし、(H-1)段のデータ遅延を生じる遅延回路、203は前記制御信号の非発生時、遅延回路201の出力を予測値P1として出力し、前記制御信号発生時のみ遅延回路202の出力を予測値P1'として出力するスイッチである。

【0082】前記制御信号の入力されない通常時はスイッチ203は符号化時と同じ水平方向の予測値P1=D1-1を出力し、(図1)中の予測回路118と同じ動作をおこなう。前記制御信号の発生時は符号化時とは異なった予測すなわち垂直方向の前値予測を行なって予測値P1'=D1-Hを出力する。

【0083】(図3)において301は予測誤差範囲の上限値SX1と(図2)に示す予測回路からの予測値P1とを加算する加算回路、302は前記制御信号の非発

\*っており、例えばデータD1が1ライン前の復号済みのデータD1-H(但し、Hは1ライン中の画素数を表わす)との相関が強い、すなわち垂直相関が強い場合、垂直方向に前値予測(符号化時とは異なった予測方法)を行なうことにより誤差の小さい予測値P1'(=D1-H)を得ることが可能である。従って誤差の小さい前記予測値P1'が得られる場合、データD1と予測値P1'との誤差が小さくなるように商データN1を定め、すなわち次式

【0077】

【数9】

生時、加算回路301の出力を選択し、前記制御信号の発生時、前記予測値P1'を選択して出力するスイッチ、303は前記スイッチ303の出力より前記剰余データE1を引く減算回路、304は前記減算回路303の出力を除数データOU1で割る除算回路、305は前記除算回路303の出力に対し、前記制御信号の非発生時は切捨て処理を行ない、前記制御信号発生時は四捨五入処理を行なう丸め回路である。

【0084】前記制御信号の非発生時、入力の前値は符号化時と同じP1であり、加算回路303にはスイッチ302を介して加算回路301の出力が入力され、丸め回路305は切捨て処理を行なうので(図1)中の商データ計算回路115と同じ処理が行なわれる。前記制御信号発生時、入力の前値は垂直方向の予測を行なった予測値P1'であり、加算回路303にはスイッチ302を介して予測値P1'が入力され、丸め回路305は四捨五入を行なうので、復号出力であるデータD1と予測値P1'との誤差が最も小さくなる、すなわち式(数9)を満足する商データN1を出力する。

【0085】前記求めた商データN1を用いて合成回路116(図1)は式(数1)の演算が行なって復号済みのデータD1を得、これを出力する。以上のように本実施例によれば、伝送誤りにより誤差の大きな復号データを生じ、かつ符号化時とは異なる予測方法により誤差の小さい予測値P1'が得られる場合のみ第1の実施例における復号装置とは異なった復号方法により、すなわち前記予測値P1'との相関が高くなるように商データN1を定めて復号することにより、復号データを得るので、より高い確率で正しく復号でき、従来より誤り耐性が大幅に向上できるものである。

【0086】また伝送誤りを生じたデータDmと前記制御信号により復号されたデータD1との間のデータDr(但しm<r<1)はデータD1を用いてrが減少する方向すなわち逆方向に復号することにより正しく復号することが可能であり、この復号方法を併用すれば、誤り伝搬領域をより小さくすることが可能である。

【0087】逆方向の復号すなわちデータ $D_{i+1}$ からデータ $D_i$ の復号は次のような方法により可能である。すなわち次式

【0088】

【数10】

$$S_{N_{i+1}} \leq D_{i+1} - (O_{U_i} \cdot N_i + E_i) \leq S_{X_{i+1}}$$

但し  $O_{U_i} \cdot N_i + E_i = D_i = P_{i+1}$

【0089】を満たすように商データ $N_i$ を求め、式(数3)に求めた前記商データ $N_i$ 、カテゴリ番号 $J_i$ より求める除数データ $O_{U_i}$ 、伝送された剰余データ $E_i$ を代入することによりデータ $D_i$ が求まる。

【0090】(図4)は本発明の第2の高効率符号化方法およびその逆変換である第2の高効率符号の復号方法を用いた第3の実施例における符号化装置(図4(a))、復号装置(図4(b))のブロック構成図である。入力データ $V$ は実施例1、2と同様、画像をラスタースキャンして得られるアナログの映像信号を標本化量子化したものである。

【0091】(図4(a))において401は符号化する前記データ $V$ の入力端子、402は入力データの並び替えを行なって画像の水平方向8画素、垂直方向8画素に区切った矩形領域であるブロック毎のデータ $DD_i$ ( $h$ ) (但し $h$ は0から63の整数)を出力するブロック化回路、403は前記データ $DD_i$ ( $h$ )に対し水平方向および垂直方向にそれぞれ8次のDCTを行なって1つのDCT係数 $DC_i$ (添え字 $i$ はブロック番号 $i$ を表す。)、及び63個のAC係数 $AC_i$ ( $k$ ) (但し $k$ は1から63の整数)からなるDCT係数を出力するDCT回路、404は前記DCT係数 $DC_i$ を所定の量子化ステップサイズ $Q_d$ で量子化して(すなわち $Q_d$ で割って丸めて)データ $D_i$ を得る量子化回路、405は(図1)の符号化装置に等しく前記データ $D_i$ を符号化して符号化データ $C_i$ を得る符号化回路、406は前記AC係数 $AC_i$ ( $k$ )を所定の量子化ステップサイズで量子化してデータ $B_i$ ( $k$ )を得る量子化回路、407は前記量子化回路406からのデータ $B_i$ ( $k$ )を2次元ハフマン符号化して符号化データ $A_i$ を出力する符号化回路、408は前記符号化データ $C_i$ と前記符号化データ $A_i$ とを多重化した符号化データ $CC_i$ を出力する多重化回路、409は前記符号化データ $CC_i$ を出力する端子である。

【0092】(図4(b))において410は符号化データ $CC_i$ の入力端子、411は前記符号化データ $CC_i$ より前記符号化データ $C_i$ と前記符号化データ $A_i$ とを分離する分離回路、412は前記符号化データ $C_i$ を復号してデータ $D_i$ を得る復号回路、413は前記符号化データ $A_i$ を復号してデータ $B_i$ ( $k$ )を得る復号回路、414は前記データ $D_i$ に前記量子化ステップサイズ $Q_d$ を掛けて逆量子化を行なってDCT係数の復号データ $DC_i'$ を得る逆量子化回路、415は復号回路41

3の出力データ $B_i$ ( $k$ )に各所定の量子化ステップサイズを掛けてAC係数の復号値 $AC_i'$ ( $k$ )を得る逆量子化回路、416はDCT回路403の逆変換を行なう逆DCT回路、417はタイミング調整用の遅延回路、418は遅延回路を経た逆DCT出力と前記復号データ $DC_i'$ とを加算してブロック単位の画像のデータ $DD_i'$ ( $h$ )を得る加算回路、419はブロック単位の画像データ $DD_i'$ の並べ換えを行なって符号化前と同じデータ並びの画像のデータを得る逆ブロック化回路、420は逆ブロック化回路からの復号済みの画像データ $V'$ の出力端子である。

【0093】以上のように構成された本実施例の符号化装置、復号装置について、以下その動作について説明する。

【0094】符号化装置において、端子401からの画像データ $V$ はブロック化回路402に入力される。ブロック化回路402は前記画像データの並べ換えを行なってブロック毎のデータ $DD_i$ ( $h$ )を出力する。DCT回路403は前記ブロック毎のデータ $DD_i$ ( $h$ )に対し8次の2次元DCTを行ない、1つのDCT係数 $DC_i$ と63個のAC係数からなる $AC_i$ ( $k$ )を出力する。量子化回路404は前記DCT係数 $DC_i$ を所定の量子化ステップサイズ $Q_d$ で量子化して(すなわち $Q_d$ で割って丸めて)量子化データ $D_i$ を出力する。符号化回路405は(図1)の符号化装置に等しく前記データ $DC_i$ を符号化して符号化データ $C_i$ を出力する。(図1)の符号化装置と異なるのは入力に画像データの量子化値ではなく、 $8 \times 8$ の64画素からなるブロックのDCT係数(平均値に等しい)を量子化したデータである点である。対応を明確にするため(図1)と同じ記号 $D_i$ を用いている。量子化回路406はAC係数 $AC_i$ ( $k$ )を各係数毎に定められた所定の量子化ステップサイズ $Q_{a_i}$ ( $k$ )で量子化する。符号化回路407は量子化回路406の出力 $B_i$ ( $k$ )を2次元ハフマン符号化して符号化データ $A_i$ を出力する。多重化回路408は前記符号化データ $C_i$ と前記符号化データ $A_i$ とを多重化して端子409より符号化データ $CC_i$ を出力する。

【0095】復号装置は(図4(a))に示す符号化回路の逆変換を行なうブロック構成で実現できるが、誤差の大きい復号値を生じる伝送誤り発生時でもより高い確率で正しい復号を可能とするため(図4(b))に示すブロック構成としている。

【0096】復号装置において端子410からの符号化データ $CC_i$ は分離回路411に入力される。分離回路411は前記符号化データ $CC_i$ を符号化データ $C_i$ と符号化データ $A_i$ とに分離する。復号回路413は2次元ハフマン符号化されている前記符号化データ $A_i$ を復号して量子化されたAC係数 $B_i$ ( $k$ )を得る。逆量子化回路415は前記データ $B_i$ ( $k$ )に各係数毎に定められた所定の量子化ステップ $Q_{a_i}$ ( $k$ )を掛けて逆量

子化を行いAC係数 $ACi'(k)$ を得る。逆DCT回路416はDC係数入力を暫定値0としAC係数入力を前記 $ACi'(k)$ として逆DCTを行なってブロックの暫定の復号データ(AC成分データ)DTIを得る。

【0097】復号回路412は前記第2の実施例の復号装置と基本的には同じものであり、前記符号化データC1を復号して量子化されたDC係数であるデータDiを出力する。前記第2の実施例の復号回路と異なるのは予測回路の構成が(図2)に示すものではなく、(図5)に示すものであるという点である。この予測回路は、伝送誤りのない通常の復号時、(図1)中の予測回路118や(図2)の予測回路と同じ処理を行なう、すなわち符号化時と同じ予測値 $Pi=Di-1$ (これは既に復号済みの1番目のブロックのDC係数であり、このブロック(1-1)は画像においてブロック1の左隣に位置している)を出力するが、誤差の大きな誤りを検出されて外部より制御信号が入力されると符号化時とは異なった予測を行なって予測値 $Pi'$ を出力する。

【0098】前記予測値 $Pi'$ は、現在復号中のブロック1の真上に隣接するブロック(1-H)のデータより求めたものである。前記第2の実施例のように予測値 $Pi'=Di-H'$ (但しHは画像の水平方向のブロック数である。)としてもよいが、本実施例では予測値の精度を向上させるため復号済みの画像データ $DDi-H'$ より予測値 $Pi'$ を求めている。この量子化したDC係数Diに対する予測値 $Pi'$ を求める方法について説明する。

【0099】ブロック(1-H)との境界に接するブロック1の8個の画素データ $DDi'(q)$ (但し $q=q1, q2, \dots, q8$ )は、ブロック(1-H)との距離が短いので、これらに対する予測値 $pi(q)$ がブロック(1-H)内の画素データ $DDi-H'$ より精度よく得られる。前記画素データ $DDi'(q)$ はブロックのDC成分 $DCi'=Di \cdot Qd$ とAC成分であるDTI $(q)$ との和として表わせ、前記画素データ $DDi'(q)$ と前記予測値 $pi(q)$ との差すなわち誤差をdとすれば、次式

【0100】

【数11】

$$Di = (pi(q) - DTI(q) - d) / Qd$$

【0101】が成立する。前記誤差dを小さく、これを0とすることにより量子化したDC成分Diの近似値すなわち予測値 $Pi'$ が得られ、次式

【0102】

【数12】

$$Pi' = (pi(q) - DTI(q)) / Qd$$

【0103】が成立する。なお本実施例においては、回路構成を簡易とするため垂直方向の前置予測を行なって前記予測値 $pi(q)$ を得ている。ブロック1の前記8個の画素データ $DDi'(q)$ (但し $q=q1, q$

2, ..., q8)にそれぞれ隣接するブロック(1-H)内の8画素の復号データを $DDi-H'$ (q)で表わせば、これらは前置予測における前記予測値 $pi(q)$ に等しい。また1つのqについて式(数12)を計算するのみで予測値 $Pi'$ が得られるが、精度をより高めるため8個のqについて $(pi(q) - DTI(q))$ の平均値を求め、これを量子化ステップサイズQdで割ったものを予測値 $Pi'$ としている。この予測値 $Pi'$ を得る予測回路の構成およびその動作を(図5)を用いて説明する。

【0104】(図5)において501は遅延回路で、データDiを入力とし1つ前のデータ $Di-1$ を予測値Piとして出力する。502は遅延回路で、復号済みのデータ $DDi'$ を入力とし、前記予測値 $pi(q) = DDi-H'$ (q)を出力する。503は減算回路で予測値 $pi(q)$ とデータDTI(q)との差を求める。504は平均化回路で、前記8つのqについて前記差の平均値を出力し、量子化回路505はこれを量子化ステップサイズQdで割って(すなわち量子化を行って)予測値 $Pi'$ を出力する。506はスイッチで、前記制御信号が入力されない通常時は前記予測値Piを出力し、し、前記制御信号が入力される時は前記予測値 $Pi'$ を出力する。

【0105】これにより復号回路412は伝送誤り時にも誤差の少ない復号データDiを出力する。なお予測値 $Pi'$ を得るためにはDC係数の復号よりAC係数の復号、逆DCTを先行させる必要があるため、復号回路412は内部にタイミング調整用の遅延回路を有している。逆量子化回路414は前記データDiに前記量子化ステップサイズQdを掛けてDC係数データ $DCi'$ を出力する。加算回路418はタイミング調整用の遅延回路417を経たデータDTIと前記データ $DCi'$ とを加算してブロック毎の復号済みの画像データ $DDi'$ を出力する。逆ブロック回路419は前記画像データ $DDi'(h)$ の並べ換えを行なって符号化前のデータ並びに戻して端子420より復号済みの画像データV'を出力する。

【0106】以上のように本実施例によれば、伝送誤りにより誤差の大きい復号データDiを生じてもブロック間の画素データの相関を用いることにより高い確率で正しい画像データの復号値が得られ、従来に比べて大幅に誤り耐性が向上できるものである。

【0107】以上の実施例においては可逆な符号化を行なったが、例えば予測誤差が大きいところでは剰余データEiの下位ビットを丸めて伝送することにより非可逆な符号化方法も可能である。この場合、符号化装置と復号装置における予測値を一致させるため、符号化装置内にローカルの復号装置を設けその復号データより予測値を作成する必要がある。本実施例のような可逆な符号化においても前記ローカルの復号装置を設ける構成が可能

21

であることはもちろんである。

【0108】また本発明はこれら実施例に限定されるものではなく、予測方法は各種方法が適用でき、エントロピー符号化方法として算術符号化等も適用でき、実施例3のAC成分の求め方としてDCT以外に各種変換方法、平均値分離ベクトル量子化など各種符号化方法が適用できる。

【0109】

【発明の効果】本発明は予測誤差の上位ビット情報と入力データの低位ビット情報とを伝送することを特徴とする高効率符号化方法およびその逆変換を行なう復号方法で、符号化効率を低下させることなく、伝送誤り耐性を大幅に向上できるものであり、その実用的効果は大きい。

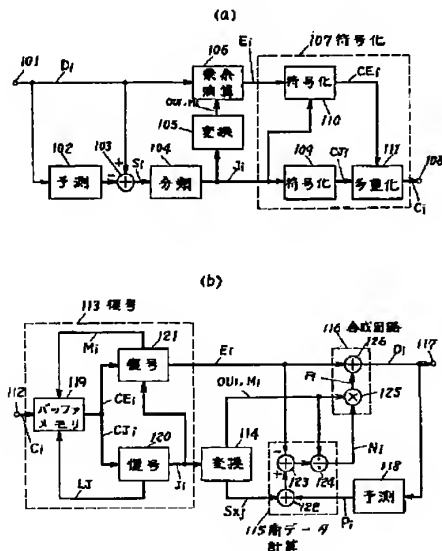
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の高効率符号化方法およびその復号方法を用いた第1の実施例における符号化装置および復号装置のブロック構成図である。

【図2】本発明の第1の高効率符号の復号方法を用いた第2の実施例の復号装置における予測回路のブロック構成図である。

【図3】本発明の第1の高効率符号の復号方法を用いた第2の実施例の復号装置における商データ計算回路のブ

【図1】



22

ロック構成図である。

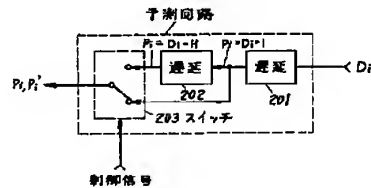
【図4】本発明の第2の高効率符号化方法およびその逆変換である本発明の第2の高効率符号の復号方法を用いた第3の実施例における符号化装置および復号装置のブロック構成図である。

【図5】本発明の第3の実施例の復号装置における予測回路のブロック構成図である。

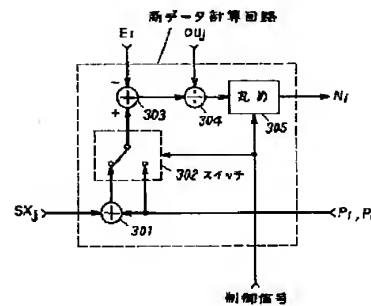
【符号の説明】

- 101 符号化するデータ  $D_1$  の入力端子
- 102 予測回路
- 103 減算回路
- 104 分類回路
- 105 変換回路
- 106 剰余演算回路
- 107 符号化回路
- 108 符号化データ  $C_1$  の出力端子
- 112 符号化データ  $C_1$  の入力端子
- 113 復号回路
- 114 変換回路
- 115 商データ計算回路
- 116 合成回路
- 117 復号済みのデータ  $D_1$  の出力端子
- 118 予測回路

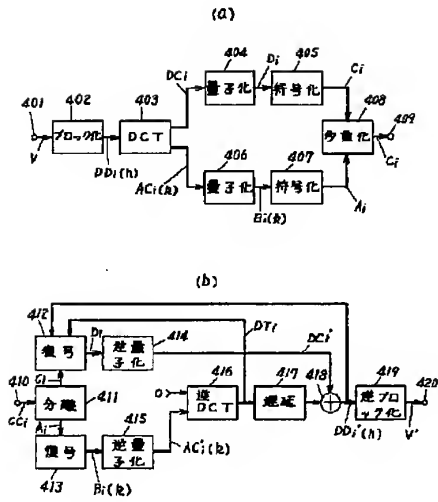
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

